

УДК 579:631.43(571.53)

**Почвенно-микробиологическая характеристика целинных и залежных серых лесных почв Приангарья, сформированных в условиях бугристо-западинного рельефа**

Козлова А. А., Макарова А. П.

Одним из факторов, определяющих особенности почвообразования и микробиологических процессов в почвах Приангарья является бугристо-западинный рельеф. Он способствует дифференциации процессов почвообразования по профилю почв и резкому их отличию по морфологии и свойствам. При освоении таких почв происходит существенное изменение их свойств [12], а также микробиологических показателей [13], которые долгое время сохраняются при переводе их в залежный режим.

Ключевые слова: бугристо-западинный рельеф, почвенно-микробиологическая характеристика, целинные и залежные серые лесные почвы

**The soil and microbiological characteristics of virgin and deposit gray forest soils of Priangarye, are formed in conditions of hillocky relief**

Kozlova A. A., Makarova A. P.

One of the factors that determine the characteristics of soil formation and soil microbial processes in the Priangarye is hillocky relief. It promotes differentiation of soil-forming processes in the soil profile and a sharp difference of their morphology and properties. When plowing of soil is a significant change in the properties of soils [12] and microbiological parameters [13], which for a long time is saved when translated into deposit mode.

Keywords: hillocky relief, soil and microbiological characteristics, virgin and deposit gray forest soils

**Введение**

Согласно почвенно-географическому районированию Иркутской области, составленному В.А. Кузьминым [15] изучаемая территория находится в пределах почвенного округа Иркутско-Черемховской равнины и южной части Предбайкальской впадины с серыми лесными, дерново-подзолистыми, дерновыми лесными, дерново-карбонатными и черноземными почвами, относящегося к Среднесибирской равнинно-плоскогорной провинции.

Район исследования, представленный серыми лесными почвами бассейна верховий рек Ангары и Куды, протягивается неширокими полосами по речным долинам и находится на стыке районов с дерново-подзолистыми почвами, с одной стороны, и дерново-карбонатными почвами и черноземами, с другой.

В целом округ рассматривается в качестве нижней ступени вертикальной поясности котловинного типа. По характеру рельефа это высокая равнина с плоскими малорасчлененными междуречьями. Она сложена толщей юрских отложений (песчаники, конгломераты, сланцы). Почвообразующие породы связаны с коренными только на междуречных пространствах. В долинах современных рек, на древних озерах и речных террасах развиты четвертичные аллювиальные и делювиальные отложения: пески, супеси, суглинки часто с галькой. Отложения на террасах в разной степени облессованы.

Этот округ наиболее теплый и сухой в Предбайкалье. Сумма температур выше 10° составляет 1400—1700°. Безморозный период равен 75—100 дням. Среднегодовое количество осадков 320—550 мм. Распределение их по временам года очень неравномерное: 70—80 % осадков приходится на июль—август. Зима малоснежная, что при низких температурах способствует промерзанию почв на глубину до 150—200 см и ниже. Малое количество осадков в весенне-раннелетний период, низкая отрицательная влажность воздуха, сильные ветры способствуют иссушению почвы, что отрицательно сказывается на влагообеспеченности естественной и культурной растительности.

По характеру растительности можно выделить лесные и лесостепные районы (лесистость в округе в среднем не выше 40, а часто менее 30 %). В основном на территории округа распространена своеобразная сосново-березовая лесостепь — безлесные участки, приуроченные к южным склонам и террасам рек, чередуются с участками леса на водоразделах и северных склонах.

На территории Приангарья широко распространен бугристо-западинный микрорельеф. Морфологически он представляет собой чередование бугров и

западин округлой и овальной формы. Размеры их различны и определяются во многом мощностью и составом рыхлых отложений. Диаметр бугров составляет около 5—20 м, превышение над западинами достигает от 0,5 до 3 м. Начало его формирования относят к позднему плейстоцену [4—6], когда во время похолодания произошло полигональное растрескивание поверхности и заполнение трещин жильным льдом. В дальнейшем, при потеплении климата, многолетняя мерзлота деградировала, а при вытаивании жильного льда возникли псевдоморфозы, или мерзлотные клинья, преобразованные затем в западины. На месте полигонов в результате выпирания грунта и обрушения их бортов возникли бугры [5—7].

Дифференциация процессов почвообразования на блоках (буграх) и межблочных понижениях (западинах) приводит к неоднородности почвенного покрова, которая проявляется в виде полихронных регулярно-циклических трещинных комплексов [23].

На особенности почвенного покрова, развитого в условиях бугристо-западинного микрорельефа, часто не обращается внимания. Однако значение неоднородности микрорельефа в продуктивности экосистем велико, поскольку именно это обуславливает высокую биогеоценотическую пестроту [4].

### **Цель исследования**

Целью работы было изучение почвенно-микробиологических свойств целинных и залежных серых лесных почв Приангарья, развитых в условиях бугристо-западинного микрорельефа.

### **Материалы и методы исследования**

Две сопряженные пары разрезов закладывалась на целине (в лесу) и на залежи (обезлесенном участке), по элементам микрорельефа.

На целине разрезы заложены на пологом склоне западной экспозиции с уклоном менее 3°, в нижней его части. Растительность: Березняк разнотравный. Превышение бугра (разрез 3) над западиной в лесу согласно нивелирному ходу составило 3,1 м, диаметр бугра 22 м. Почва на бугре вскипает от 10 % HCl с глубины 70 см. По Классификации-1977 [11] формула профиля: O—Ad—A—AE—BE—BT—Cca, название почвы: серая лесная типичная остаточно-карбонатная. Согласно Классификации-2004 [10] профиль почвы: AY—AEL—BEL—BT—Cca, что соответствует названию — серая типичная

отдела текстурно-дифференцированных почв постлитогенного ствола. В западине (разрез 4) почва не вскипает от 10 % HCl по всему профилю. По Классификации-1977 формула профиля: O—Ad—A—AE—[A]1—[A]2—[A]3, название почвы: серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом. Согласно Классификации-2004 формула профиля: AY—RY—[A—B—C], что соответствует названию — стратозем серогумусовый на погребенной почве отдела стратоземов синлитогенного ствола.

На залежи разрезы закладывались на пологом склоне южной экспозиции с уклоном менее 2°. Растительность представлена пышным разнотравьем с подростом березы и осины. Высота микроповышения (разрез 1) над микропонижением составила 40 см, диаметр 38 м. Почвы не вскипают от 10 % HCl по всему профилю. По Классификации-1977 формула профиля почвы на микроповышении (разрез 1): Ap—Ap/p—AE—BE—BT—Cg, название почвы: серая лесная глееватая. В микропонижении (разрез 2) формула профиля: Ap—Ap/p—[A]—[A]E—BE—BT—Cg, название почвы: серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом. Согласно Классификации-2004 почвы на обоих элементах микрорельефа принадлежат к одному типу — агросерая глееватая отдела текстурно-дифференцированных почв постлитогенного ствола, с формулой профиля: P—AY—AEL—BEL—BT—Cg.

В работе использованы общепринятые методы исследования физических, химических и физико-химических свойств почв [1, 2, 22].

Количественно-качественный анализ микробиоты изучался стандартными методами [18, 21]. Амилолитическую активность определяли на крахмал-аммиачной среде (КАА), заливая выросшие колонии раствором люголя, содержащего йод, окрашивающим не разложившийся крахмал в синий цвет [19]. Вокруг колоний бактерий — амилолитиков образовались зоны просветления, их количество считали в процентах от общего содержания бактерий, выросших на КАА.

Методическим приемом для проведения лабораторных анализов биохимической активности почв (БАП) послужил экспресс — метод Т.В. Аристовской, М.В. Чугуновой [3], сущность которого состоит в том, что регистрируется скорость (в часах) разложения азотсодержащего органического соединения (карбамид) и изменения pH воздушной среды на 1,5 — 2,0 единицы за счет выделения аммиака.

Фитотоксичность почв проводилась по методу Н.А. Красильникова [14] в водной вытяжке, полученной из гумусовых и погребенных горизонтов исследуемых почв при сравнении их с контролем (дистиллированная вода).

Идентификацию микроскопических грибов проводили по Определителю М.А. Литвинова [17], актиномицетов — по Определителю Г.Ф. Гаузе с соавторами [8], эубактерий — по Определителю бактерий Берджи [19].

## Результаты и обсуждение

Изучение кислотности почв показало различие реакции среды целинных и залежных почв по элементам микрорельефа. Так, на повышениях микрорельефа почвы были более щелочными, чем в понижениях, причем размах колебаний значений показателя рН оказался более контрастным в почвах на целине. На залежи, за счет нивелировки поверхности, механического перемешивания почвы и припахивания нижележащих горизонтов во время механической обработки, наблюдалось сближение значений показателя рН (табл. 1).

Таблица 1 — Некоторые физико-химические целинных и залежных серых лесных почв Приангарья, осложненных бугристо-западинным рельефом

| Разрез, угонде, элемент микрорельефа            | Горизонт глубина, см | рН <sub>н2о</sub> | Гумус, % | Валовой азот, % | С:N | Влажность естественная, % | Плотность почвы, г/см <sup>3</sup> |
|---|----------------------|-------------------|----------|-----------------|-----|---------------------------|------------------------------------|
| Серая лесная глееватая                          |                      |                   |          |                 |     |                           |                                    |
| Р. 1. Залежь, микроповышение                    | Ap 0-20              | 5,2               | 4,00     | 0,10            | 23  | 19,8                      | 1,2                                |
|   | Ap/p 20-30           | 6,0               | 3,55     | 0,10            | 21  | 19,5                      | 1,5                                |
|   | AЕ 30-51             | 6,1               | 1,48     | 0,06            | 14  | 16,1                      | 1,5                                |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |                      |                   |          |                 |     |                           |                                    |
| Р. 2. Залежь, микропонижение                    | Ap 0-20              | 5,9               | 4,90     | 0,25            | 11  | 23,6                      | 1,2                                |
|   | Ap/p 20-30           | 5,9               | 4,02     | 0,15            | 15  | 22,9                      | 1,2                                |
|   | [A] 30-57            | 5,9               | 3,34     | 0,10            | 19  | 20,6                      | 1,1                                |
| Серая лесная типичная остаточно-карбонатная     |                      |                   |          |                 |     |                           |                                    |
| Р. 3. Целина, бугор                             | A 10-20              | 6,4               | 2,16     | 0,30            | 9   | 10,8                      | 1,1                                |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |                      |                   |          |                 |     |                           |                                    |
| Р. 4. Целина, западина                          | A 12-20              | 5,8               | 6,23     | 0,50            | 9   | 25,0                      | 1,0                                |
|   | [A] 50-75            | 5,8               | 3,80     | 0,16            | 14  | 15,5                      | 1,2                                |

Наблюдается достаточно высокое содержание гумуса в органогенных горизонтах. С глубиной его количество быстро снижается, особенно заметно в почвах разрезов, расположенных на повышенных элементах микрорельефа. Так на глубине 30—50 см разреза 1 на залежи гумуса содержится менее 2 %, а в верхнем горизонте разреза 3 на целине — немногим более 2 %, что связано с большей минерализацией здесь гумуса по сравнению с понижениями, обусловленной более высокой прогреваемостью почвы.

В понижениях, как на целине, так и на залежи количество гумуса снижается медленно вниз по профилю и даже на глубине 50—70 см остается достаточно высоким, составляя более 3 %. Верхний горизонт разреза 4 значительно обогащен гумусом, которого в 3 раза больше, по сравнению с аналогичным горизонтом разреза 3.

Следует отметить, что на залежи содержание гумуса в 1,5 раза меньше, чем в целинных почвах, что связано с активизацией процессов дегумификации почв при освоении. Однако, различия в содержании гумуса между почвами различных положений по микрорельефу, незначительны и составляют менее 1 % в верхних горизонтах. За счет нивелировки поверхности и механического перемешивания почвы многие показатели, в том числе и содержание гумуса, сблизилась по своим значениям.

Распределение валового азота по профилю исследуемых почв следует за распределением гумуса (см. табл. 1). Так, максимальные значения валового азота приурочены к органогенным горизонтам. При этом гумусовый горизонт западины (разрез 4) содержит в 1,7 раз больше валового азота, чем на бугре. С глубиной его количество на бугре снижается быстро, а в западине — медленно. В почвах залежи наблюдается аналогичная картина, при этом количество валового азота оказалось в 2,5—3 раза меньше, чем на целине.

Важным показателем, характеризующим насыщенность органического вещества азотом, служит отношение C:N. Оно отражает состояние органического вещества в почве и позволяет судить о зрелости гумусовых веществ. В почвах оптимальное отношение C:N равно примерно 20 и характерно для черноземов Европейской части России. Если отношение в почвах составляет 10 и меньше, это свидетельствует о потере гумусовыми веществами углерода. Чаще всего такое отношение встречается в нижележащих горизонтах почв, а также в распаханых вариантах. Расширение отношения C:N отражает степень микробиологической деятельности, интенсивность гумусообразования и говорит об обуглероженности гумусовых веществ или о низком содержании азота в органическом веществе почвы [16]. Так, в гумусовых гори-

зонтах бугра и западины в исследуемых почвах на целине (см. табл. 1) отношение C:N составляет менее 10, что говорит о насыщенности органического вещества азотом. На залежи отношение C:N заметно расширяется, особенно, в гумусовом горизонте почвы микроповышения (разрез 1), где составляет 23. Это, по-видимому, объясняется наличием значительного количества лигнина в многочисленных растительных остатках и нерастворимом остатке гумуса в почвах региона [9]. В микропонижении отношение C:N становится уже, что связано с более высокой насыщенностью азотом органического вещества.

В почвах повышений и понижений, как на целине, так и на залежи наблюдается заметная дифференциация влажности. Так, наиболее влажными оказались гумусовые горизонты целинных почв, причем содержание влаги в западине было в 4 раза больше, чем на бугре (см. табл. 1). Вниз по профилю увлажнение почвы на бугре резко падает, а в западине — медленнее. Влажность пахотных и нижележащих горизонтов залежных почв на обоих элементах микрорельефа колебалась не так заметно как на целине, при сохранении тенденции более высокой увлажненности почвы микроповышения.

Данные по плотности отражают общую закономерность, характерную для лесных почв, где минимальная плотность наблюдается в гумусовых горизонтах почв на целине (см. табл. 1). При этом плотность почвы на бугре здесь была в 2 раза выше, чем в западине. Эта тенденция сохранялась и с глубиной, хотя и менее резко. В освоенных почвах произошло некоторое увеличение плотности пахотных и, особенно, подпахотных горизонтов, что связано с механическим воздействием сельскохозяйственной техники.

Специфика физических и физико-химических свойств исследуемых почв отразилась на количественно-качественном составе микробиоценозов. В целом, микробиота исследованных образцов залежной и целинной серой лесной почвы представлена, как хемоорганотрофными аммонифицирующими, так и усваивающими минеральные источники азота эубактериями, а также олигонитрофилами и денитрификаторами. Мицелиальные формы микроорганизмов представлены актиномицетами, выращенные на КАА и микроскопическими плесневыми грибами.

Количество эубактерий-аммонификаторов, учитываемых на мясопептонном агаре [18, 21], в верхнем органогенном горизонте целинной почвы на бугре составило 5,5 млн КОЕ/г, в микроповышении на залежи — 9,0 млн КОЕ/г, вниз по профилю их численность заметно снижается и в горизонте АЕ составляет 0,8 млн КОЕ/г (табл. 2).

Таблица 2 — Количественный состав микробиоты целинных и залежных серых лесных почв Приангарья, осложненных бугристо-западинным рельефом

| Разрез, угодье, элемент микрорельефа            | Горизонт глубина, см | Эубактерии, млн КОЕ/г |   |                | Титр дени-трификаторов | тыс. КОЕ/г   |             |
|---|----------------------|-----------------------|---|----------------|------------------------|--------------|-------------|
|   |                      | Аммонификаторы        | Усваивающие минеральные источники азота | Олигонитрофилы |                        | Актиномицеты | Микромицеты |
| Серая лесная глееватая                          |                      |                       |   |                |                        |              |             |
| Р. 1. Залежь, микроповышение                    | Ар 0-20              | 9,0                   | 2,0                                     | 9,0            | н/о                    | 10,0         | 0,7         |
|   | Ар/р 20-30           | 6,0                   | 2,2                                     | 12,0           | н/о                    | 9,1          | 0,4         |
|   | АЕ 30-51             | 0,8                   | 4,5                                     | 5,6            | н/о                    | 11,0         | 0,1         |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |                      |                       |   |                |                        |              |             |
| Р. 2. Залежь, микропонижение                    | Ар 0-20              | 3,2                   | 3,6                                     | 15,0           | 0,1                    | 10,1         | 8,0         |
|   | Ар/р 20-30           | 1,4                   | 1,0                                     | 10,3           | 0,1                    | 2,5          | 7,0         |
|   | [А] 30-57            | 0,1                   | 1,1                                     | 12,0           | 0,1                    | 1,6          | 0,4         |
| Серая лесная типичная остаточно-карбонатная     |                      |                       |   |                |                        |              |             |
| Р. 3. Целина, бугор                             | А 10-20              | 5,5                   | 0,8                                     | 50,0           | н/о                    | 300,0        | 0,7         |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |                      |                       |   |                |                        |              |             |
| Р. 4. Целина, западина                          | А 12-20              | 0,8                   | 2,0                                     | 60,0           | 0,1                    | 60,0         | 2,0         |
|   | [А] 50-75            | 0,4                   | 0,1                                     | 1,1            | н/о                    | 2,0          | 0,3         |

В пахотном горизонте почвы микропонижения на залежи (разрез 2) численность эубактерий равна 3,2 млн КОЕ/г, резко уменьшаясь вниз по профилю до 1,4 млн КОЕ/г в горизонте Ар/р и до 0,1 млн КОЕ/г в горизонте [А]. На целине в западине (разрез 4) количество эубактерий-аммонификаторов низкое и составляет 0,8 млн КОЕ/г в горизонте А и 0,4 млн КОЕ/г в горизонте [А], т.е. меньше, чем на залежи. Следовательно, процессы аммонификации органики более интенсивно протекают в почвах повышений (горизонты Ар и Ар/р) и менее интенсивно в микропонижениях. Такая дифференциация микробиологического профиля по численности эубактерий-аммонификаторов, по-видимому, связана с различиями физико-химических и гидротермических условий на повышениях и в понижениях микрорельефа, а также спецификой отдельных генетических горизонтов исследуемых почв. Численность эубактерий не показывает отчетливой зависимости от влажности, значения которой довольно высоки (см. табл. 1), особенно в понижениях (от 23,6 до 20,6 %). Вероятно, главное значение имеет наличие питательных веществ и температура почвы.



Качественный состав эубактерий-аммонификаторов характеризуется доминированием родов *Bacillus* (*B.*): *B. mycooides*, *B. agglomerathus*, *B. cereus*, а, также рода *Pseudomonas*. Реже обнаруживаются Микобактерии и Микрококки.

Эубактерии, выросшие на КАА [18, 21], усваивающие минеральные источники азота, в большем количестве обнаружены в залежной почвы микроповышения (разрез 1) — от 2,0 млн КОЕ/г до 4,5 млн КОЕ/г в зависимости от горизонта, при этом относительное содержание их вниз по профилю увеличивается. Это означает, что данная группа эубактерий играет большую роль в мобилизации питательных веществ для растений в нижележащих горизонтах по сравнению с актиномицетами и микромицетами. В понижении (разрез 2) наблюдается обратная зависимость: довольно высокое содержание эубактерий, усваивающие минеральные источники азота в пахотном горизонте, и заметное снижение их количества с глубиной.

В целинной почве западины (разрез 4) эубактерии, усваивающие минеральные источники азота, находятся в меньшем количестве (см. табл. 2), особенно в погребенном горизонте. Понижено их количество и в верхнем гумусовом горизонте целинной почве на бугре (разрез 3). Однако все эубактерии этой эколого-трофической группы обладают амилолитической ферментативной активностью, облегчающей им деструкцию крахмалосодержащих растительных остатков (табл. 3).

Таблица 3 — Биологическая активность целинных и залежных серых лесных почв Приангарья, осложненных бугристо-западинным рельефом

| Разрез, угодье, элемент микро-рельефа           | Горизонт глубина, см | Амилолитическая активность, % | Биологическая активность (степень) | Фитотоксичность |          |
|---|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------|----------|
|   |                      |                               |                                    | Длина, см       |          |
|   |                      |                               |                                    | Проростков      | Корешков |
| Серая лесная глееватая                          |                      |                               |                                    |                 |          |
| Р. 1. Залежь, микроповышение                    | Ар 0-20              | 80                            | Средняя (II)                       | 5,4             | 1,8      |
|   | Ар/р 20-30           | 100                           | Средняя (II)                       | 6,8             | 3,3      |
|   | АЕ 30-51             | 60                            | Средняя (II)                       | 6,6             | 2,2      |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |                      |                               |                                    |                 |          |
| Р. 2. Залежь, микропонижение                    | Ар 0-20              | 85                            | Средняя (II)                       | 6,9             | 2,3      |
|   | Ар/р 20-30           | 55                            | Низкая (III)                       | 5,1             | 1,7      |

|   |           |    |              |     |     |
|---|-----------|----|--------------|-----|-----|
|   | [A] 30-57 | 40 | Низкая (III) | 3,7 | 1,9 |
| Серая лесная типичная остаточно-карбонатная     |           |    |              |     |     |
| Р. 3. Целина, бугор                             | A 10-20   | 50 | Высокая (I)  | 6,9 | 0,9 |
| Серая лесная с погребенным гумусовым горизонтом |           |    |              |     |     |
| Р. 4. Целина, западина                          | A 12-20   | 80 | Низкая (III) | 6,4 | 2,1 |
|   | [A] 50-75 | 30 | Низкая (III) | 3,4 | 1,1 |

Примечание: Степень активности — это изменение рН на 1—2 единицы за определенное время: за 1—4 часа - высокая активность (I степень); за 5—8 часов — средняя степень активности (II степень); более 8 часов — низкая активность (III степень).

При этом микрофлора почв обоих местоположений по микрорельефу по этому признаку практически не различается.

Залежные и целинные серые лесные почвы имеют существенные различия по содержанию актиномицетов. В почвах залежи их численность составляет 10—11 тыс. КОЕ/г на микроповышении и значительно ниже в подпахотном и погребенном горизонте микропонижения (2,5—1,6 тыс. КОЕ/г). Следовательно, процессы минерализации органики за счет актиномицетов в залежах протекают менее глубоко и неинтенсивно, о чем свидетельствует также большой размах C:N (см. табл. 1).

Однако в целинной серой лесной почве, особенно на повышении, численность актиномицетов максимальная (300 тыс. КОЕ/г), что согласуется с меньшим размахом C:N (см. табл. 1) и низким содержанием органического вещества в горизонте А (10—20), за счет активной его минерализации актиномицетами.

В таксономическом отношении доминирующие актиномицеты, которые нам удалось определить до вида, относятся к секции *Albus* серии *Albus*, виду *Streptomyces / Albus*, а также к секции *Cinereus*, серии *Achromogenes*, виду *Streptomyces sporocinereus*.

Титр (количественный показатель) денитрификаторов, учитываемых на среде Гильтая [18, 21], очень низкий (0,1). Они обнаружены только в понижениях залежи и целины (см. табл. 2). Следовательно, процессы восстановления нитратов, количество которых, по-видимому, недостаточно из-за неглубокой степени минерализации органики в залежи, сильно замедлены.

В то же время во всех горизонтах исследуемых серых лесных почв залежи и целины на обоих элементах микрорельефа присутствует большое количе-

ство эубактерий-олигонитрофилов и азотофиксаторов, учитываемых стандартным методом на среде Эшби [18, 21] (см. табл. 2). Численность олигонитрофилов на залежи составляет от 9,0 млн КОЕ/г до 12 млн КОЕ/г в почве повышения и 15 млн КОЕ/г в понижении. На целине количество их еще выше: 50 млн КОЕ/г на бугре и 60 млн КОЕ/г — в западине. Высокую численность олигонитрофилов в микробиоценозе исследуемых образцов серой лесной почвы по сравнению с другими эколого-трофическими группами микроорганизмов, можно объяснить небольшими запасами азота, количество которого «компенсируется» как процессом азотфиксации, обогащающим почву азотом, так и деятельностью диссипотрофов, усваивающих низкие концентрации азота, присутствующих в почве в «рассеянном» состоянии. В таксономическом отношении свободноживущие олигонитрофилы — диссипотрофы в серой лесной почве Приангарья представлены в основном псевдомонадами и бациллами, а diaзотрофы встречаются редко и представлены азотобактером.

Микроскопические плесневые грибы, изученные методом посева на среду Чапека [18, 21], являющиеся основными деструкторами органики, присутствуют во всех образцах исследуемых почв, но в небольшом количестве, за исключением понижения залежи (см. табл. 2). Здесь их значительно больше, чем на повышении, что связано с благоприятными физико-химическими условиями: кислая реакция среды (рН 5,9), достаточное количество органического вещества (гумуса) — от 4,90 до 4,02 %, высокая влажность (23,5—22,9 %).

В таксономическом отношении микромицеты в исследованной серой лесной почве представлены следующими доминирующими видами: *Penicillium notatum*, *Penicillium chrisogenum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus niger*, *Mucor ssp.*, *Paecilomyces ssp.*, *Crustosum ssp.* Редко встречаются представители родов *Fusarium* и *Monatospora*.

Фитотоксичностью исследованная серая лесная почва залежи и целины не обладает. Несколько пониженная длина проростков в погребенных гумусовых горизонтах связана, по-видимому, с низкой доступностью для растений питательных веществ (см. табл. 3).

Характер изменения биологической активности в залежной серой лесной почве различается по элементам микрорельефа (см. табл. 3). Биологическая активность почвы, как ее полифункциональная характеристика, находится в прямой зависимости от интенсивности микробиологических процессов. При высокой (I степени) биологической активности может происходить потеря

почвой биогенного элемента — азота. В исследуемых почвах обнаружены биологическая активность средняя (II степени) и низкая (III степени), т.е. скорость изменения реакции среды в почве залежи на микроповышении была более 5 часов (II степень активности), а в микропонижении, кроме горизонта Ar (0—20 см) — более 8 часов (низкая III степень активности). В целинной почве на бугре выявлена высокая степень биологической активности, а в западине — низкая (см. табл. 3). Это согласуется с количественно-качественным составом микробиоты (см. табл. 2) исследованной почвы и не противоречит экологической сущности данного процесса, связанного с физико-химическими параметрами исследованной почвы.

В целом результаты исследования биологической активности показали, что из полученных данных выделяются три группы образцов по степени активности. К первой группе относится верхний органогенный горизонт почвы бугра на целине, который обладал более высокой степенью активности (4 часа). Верхние органогенные горизонты почвы повышения на залежи имели скорость изменения рН от 5 до 8 часов и были отнесены по степени биологической активности ко II группе (средняя степень). Более низкой степенью биологической активности обладали погребенные гумусовые горизонты почв понижений и переходный горизонт АЕ почвы микроповышения на залежи, т.е. горизонты, залегающие ниже 20 см. Они были отнесены к III группе, время изменения реакции рН в них составляло более 8 часов.

## **Выводы**

В результате проведенных исследований установлено, что:

1. На целине профиль почвы бугра и западины резко отличается, что связано с различиями в их генезисе. Почвы микроповышения и микропонижения на залежи оказались более сходны по морфологии, что сказалось и на свойствах почв. Так, при рассмотрении их химических, физических и физико-химических свойств наблюдались их резкие различия в целинных почвах и сближение показателей в залежных.
2. Сближение свойств почв залежи по элементам микрорельефа в сравнении с целиной, произошло по таким показателям как реакция среды, влажность и плотность почвы, что связано с нивелировкой поверхности при механической обработке почвы, с усреднением показателей за счет перемешивания вторых, в то и третьих горизонтов при распахивании.
3. Усиление различий в почвах залежи по элементам микрорельефа в сравнении с целиной наблюдалось в содержании гумуса и валового азота, при этом их количество было заметно ниже, чем в целинной почве, что го-

ворит о снижении потенциального плодородия освоенных почв, а, также, о более высокой микробиологической активности, вызванной лучшей их прогреваемостью.

4. Количество хемоорганотрофных эубактерий-аммонификаторов и эубактерий, усваивающих минеральные источники азота, в почвах залежи оказалось значительно больше, чем на целине, особенно на микроповышении. При этом в микропонижении залежи их численность была также более высокой, по сравнению с целиной.

5. В большом количестве во всех образцах исследуемой серой лесной почве присутствуют эубактерии — олигонитрофилы-диссипотрофы, в меньшем — диазотрофы, обогащающие азотом почву. Вместе с тем, эубактерии-денитрификаторы обнаружены в небольшом количестве (титр 0,1) лишь в целинной и залежной почвах понижений, т.е. практически выноса азота из почвы не происходит. При этом эубактерии обладают амилолитической активностью, что позволяет им разлагать крахмалосодержащие растительные остатки.

6. Максимальное количество актиномицетов обнаружено в целинной серой лесной почве на бугре, где оно составило 300 тыс. КОЕ/г, что в 5 раз больше, чем в аналогичном горизонте почвы западины на целине и в 30 раз больше, чем в почвах обоих элементов микрорельефа на залежи.

7. Микроскопические плесневые грибы — основные деструкторы органики — выявлены во всех исследуемых образцах серой лесной почвы, что связано с благоприятными для них физико-химическими условиями: кислая реакция среды (рН 5,9) достаточное количество питательных веществ (содержание органики составляет 4,9—4,2 %), высокая влажность (23,6—22,9 %). При этом в почве микропонижении на залежи численность их наибольшая и составляет в горизонтах Ap и Ap/p 8,0—7,0 тыс. КОЕ/г.

8. Все исследуемые образцы серой лесной почвы не проявили фитотоксических свойств, при этом показали среднюю и низкую степень биологической активности. Это является положительным моментом, так как препятствует потере почвой биогенного элемента — азота. Исключение составляет горизонт A (10—20 см) целинной почвы на бугре, где наблюдалась высокая степень биологической активности (I), что согласуется с наиболее благоприятными почвенно-микробиологическими показателями этого горизонта.

## Литература

1. Агрохимические методы исследования почв: руководство / под ред. А.В. Соколова. — М.: Наука, 1975. — 656 с.

2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв: учебное пособие. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 487 с.
3. Аристовская Т.В., Чугунова М.В. Экспресс-метод определения биологической активности почвы // Почвоведение. — 1989. — № 11 — С.142—147
4. Бычков В.И. Микрокомплексность почв в Южном Прибайкалье // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. — М., 1973. — С. 126—133
5. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. — М.: Наука, 1973. — 256 с.
6. Воробьева Г.А. Возраст почв Прибайкалья // Естественная и антропогенная эволюция почв. — Пушкино, 1988. — С. 74—82
7. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий: проблема генезиса и классификации почв Прибайкалья. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. — 205 с
8. Гаузе Г.Ф., Преображенский Т.П., Максимова. Т.С. Определитель актиномицетов. — М.: Наука, 1982. — 245 с.
9. Ивельский П.К. Состав гумуса лесных почв северо-запада Иркутской области // Вопросы почвенного плодородия. — Иркутск, 1968. — С. 58—68
10. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов и др. — Смоленск: Ойкумена, 2004. — 324 с.
11. Классификация и диагностика почв СССР. — М.: Колос, 1977. — 223 с.
12. Козлова А.А. Почвы бугристо-западных ландшафтов Южного Предбайкалья. — Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. — 124 с.
13. Козлова А.А., Макарова А.П. Экологические факторы почвообразования Южного Предбайкалья. — Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. — 163 с.
14. Красильников Н.А. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов. — М.: Изд-во МГУ, 1966. — 215 с.
15. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. — С. 11—98
16. Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 205 с.
17. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. — Л.: Наука, 1967. — 303 с.
18. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 303 с.
19. Напрасникова Е.В., Макарова А.П. Эколого-биохимические особенности почв урбанизированных территорий // Оценка современного состояния

микробиологических исследований в Восточно-Сибирском регионе. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2002. — С. 112—114

20. Определитель бактерий Берджи в 2-х томах / пер. с англ., под ред. Дж. Хоулта. — М.: Изд-во Мир в 2-х томах, 1997. — 800 с.

21. Практикум по микробиологии / под ред. А.И. Нетрусова. — М.: Академия, 2005. — С. 31—42

22. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьевой. — М.: ГЕОС, 2006. — 400 с.

23. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. — М.: Мысль, 1972. — 423 с.

## Literature

1. Agroximicheskie metody issledovaniya pochv: rukovodstvo / pod red. A.V. Sokolova. — М.: Nauka, 1975. — 656 s.

2. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po ximicheskomu analizu pochv: uchebnoe posobie. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 487 s.

3. Aristovskaya T.V., Chugunova M.V. E'kspress-metod opredeleniya biologicheskoj aktivnosti pochvy // Pochvovedenie. — 1989. — № 11 — S.142-147

4. Bychkov V.I. Mikrokompleksnost' pochv v Yuzhnom Pribajkal'e // Struktura pochvennogo pokrova i metody ee izucheniya. — М., 1973. — S. 126-133

5. Velichko A.A. Prirodnyj process v plejstocene. — М.: Nauka, 1973. — 256 s.

6. Vorob'eva G.A. Vozrast pochv Pribajkal'ya // Estestvennaya i antropogennaya e'voljuciya pochv. — Pushhino, 1988. — S. 74-82

7. Vorob'eva G.A. Pochva kak letopis' prirodnyx sobytij: problema genezisa i klassifikacii pochv Pribajkal'ya. — Irkutsk: Изд-во Иркут. gos. un-та, 2010. — 205 s

8. Gauze G.F., Preobrazhenskij T.P., Maksimova. T.C. Opredelitel' aktinomicetov. — М.: Nauka, 1982. — 245 s.

9. Ivel'skij P.K. Sostav gumusa lesnyx pochv severo-zapada Irkutskoj oblasti // Voprosy pochvennogo plodorodija. — Irkutsk, 1968. — S. 58-68

10. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov i dr. — Smolensk: Ojkumena, 2004. — 324 s.

11. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR. – M.: Kolos, 1977. – 223 s.
12. Kozlova A.A. Pochvy bugristo-zapadinyx landshaftov Yuzhnogo Predbajkal'ya. – Irkutsk: Izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2011. – 124 s.
13. Kozlova A.A., Makarova A.P. E'kologicheskie faktory pochvoobrazovaniya Yuzhnogo Predbajkal'ya. – Irkutsk: Izd-vo IGU, 2012. – 163 s.
14. Krasil'nikov N.A. Metody izucheniya pochvennyx mikroorganizmov i ix metabolitov. – M.: Izd-vo MGU, 1966. – 215 s.
15. Kuz'min V.A. Pochvy Predbajkal'skogo uchastka zony BAM // Pochvenno-geograficheskie i landshaftno-geoximicheskie issledovaniya v zone BAM. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1980. – S. 11-98
16. Listopadov I.N., Shaposhnikova I.M. Plodorodie pochvy v intensivnom zemledelii. – M.: Rossel'hozizdat, 1984. – 205 s.
17. Litvinov M.A. Opredelitel' mikroskopicheskix pochvennyx gribov. – L.: Nauka, 1967. – 303 s.
18. Metody pochvennoj mikrobiologii i bioximii / pod. red. D.G.Zvyaginceva. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1991. – 303 s.
19. Naprasnikova E.V., Makarova A.P. E'kologo-bioximicheskie osobennosti pochv urbanizirovannyx territorij // Ocenka sovremennogo sostoyaniya mikrobiologicheskix issledovanij v Vostochno-Sibirskom regione. – Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 2002. – S. 112-114
20. Opredelitel' bakterij Berdzhii v 2-x tomax / per. s angl., pod red. Dzh. Xoulta. – M.: Izd-vo Mir v 2-x tomax, 1997. – 800 s.
21. Praktikum po mikrobiologii / pod red. A.I. Netrusova. – M.: Akademiya, 2005. – S. 31-42
22. Teoriya i praktika ximicheskogo analiza pochv / pod red. L.A. Vorob'evoj. – M.: GEOS, 2006. – 400 s.
23. Fridland V.M. Struktura pochvennogo pokrova. – M.: Mysl', 1972. – 423 s.

ф